

SINTESIS DAN SIFAT MEKANIK BIOKOMPOSIT SERAT HELICONIA-POLIESTER

Akhiruddin*, A. Mubarak, A. Arif

*Bagian Biofisika, Departemen Fisika FMIPA, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, Bogor, Indonesia 16680*

**e-mail: akhiruddin@ipb.ac.id*

ABSTRACT

In this study, polyester-fiber heliconia biocomposites has been created and tested on its mechanical properties. Biocomposites was manufactured begins by separating the fibers. it consists of three stages, namely chlorization, alkaline leaching and extraction. After that, the manufacture of composites made with Hand Lay-up techniques. Three samples with variations in fiber content, ie without the addition of fiber, 0.54 g and 2.08 g fiber. Characterization of samples includes tensile test, hardness, and impact. The test results known that the tensile strength and hardness increased with increasing the amount of fiber heliconia. Impact test shows sample values optimum working temperature is 10°C.

Keywords: Biocomposite, polyester, heliconia

ABSTRAK

Telah dibuat biokomposit poliester-serat heliconia serta karakterisasi sifat mekaniknya. Sintesis biokomposit diawali pemisahan serat yang terdiri dari 3 tahap, yakni klorisasi, pencucian dan ekstraksi basa, dilanjutkan pembuatan komposit dengan teknik Hand Lay up. Tiga sampel dengan variasi kandungan serat, yaitu tanpa penambahan serat, 0,54 g dan 2,08 g serat. Karakterisasi sampel meliputi uji tarik, kekerasan, dan impak. Hasil uji diketahui adanya peningkatan kekuatan tarik dan kekerasan seiring penambahan jumlah serat heliconia. Uji impak menunjukkan nilai suhu kerja optimum sampel adalah 10°C.

Kata kunci: Biokomposit, poliester, heliconia

PENDAHULUAN

Perkembangan industri tidak terlepas dari kebutuhan manusia akan penggunaan material untuk berbagai tujuan. Seiring perkembangan peradaban manusia, penggunaan material juga semakin berkembang, akibatnya ketersediaan material menjadi langka. Penggunaan material untuk industri masih banyak mengandalkan bahan tambang yang tidak dapat diperbaharui atau. Oleh karena itu dibutuhkan material pengganti yang dapat diperbaharui, serta memiliki sifat-sifat mekanis yang memiliki keunggulan yang dapat mengimbangi keunggulan bahan tambang, seperti komposit berbasis bahan alam.

Material komposit adalah material yang menggabungkan sifat-sifat dari dua atau lebih material sehingga membentuk material baru yang memiliki setidaknya keunggulan sifat masing-masing material tersebut.¹ Teknologi material komposit pada dasarnya merupakan pengembangan dan penerapan pengetahuan tentang keterhubungan antara komposisi, struktur serta teknik pemrosesan bahan yang terkait dengan sifat-sifat dari bahan serta kegunaan dalam kehidupan sehari-hari, seperti ban, jaket hujan, KevlarTM, FiberGlassTM dan sebagainya.²

Komposit terdiri dari dua bagian utama, yakni *matrix* dan *filler*. *Matrix* adalah wadah atau pengikat, sedangkan *filler* adalah bahan pengisi. Bahan pengisi biasa digunakan dengan tujuan untuk menjadikan komposit lebih kuat atau menjadi lebih murah, walaupun lebih lemah.¹⁻⁴ Untuk penggunaan *filler* dengan tujuan sebagai penguat, material komposit dalam hal kekuatan dan kekakuan saja, bila dibandingkan langsung dengan material mineral seperti baja sebenarnya kalah unggul. Keunggulannya baru tampak bila dibandingkan kekuatan per satuan beratnya, yang membandingkan komposit-komposit berpenguat serat dengan bahan lainnya. Serat memiliki nilai kekuatan tarik (*tensile stress*) yang lebih besar daripada resin. Akan tetapi memiliki kekuatan tekan (*compressive stress*) yang sangat kecil dibandingkan resin.^{1,4-6}

Dalam penelitian ini digunakan bahan komposit yang terdiri dari resin dan serat *heliconia*.^{7,8} Bahan-bahan ini adalah bahan yang dapat diperbaharui dan mudah diperoleh dan dibudidayakan. Penelitian ini bertujuan membuat lamina poliester-serat *heliconia* serta mengetahui perubahan sifat mekanik akibat penambahan serat *heliconia* pada material poliester.

EKSPERIMENTAL

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan komposit adalah resin, serat *heliconia* yang telah diisolasi, *sterim monomer* untuk pembersihan alat, cetakan, *wax* untuk memudahkan pelepasan bahan yang dicetak, gunting, *cutter*, *roller* dan kuas. Resin yang digunakan di sini adalah resin poliester takjenuh dengan merek dagang YUKALAC® 2252 ABW-EXB dengan katalis MEKPO (Metil Etil Keton Peroksida).

Alat yang digunakan untuk tahap pemisahan serat adalah wadah tahan panas berukuran 2 liter, timbangan, gelas ukur, pipet, *cutter*, *gunting*, kemudian sebuah Toples berukuran 2 liter dengan tutupnya, jangka sorong dan penggaris, sebuah pemanas, kemudian bahan-bahan aktif untuk proses pemisahan serat, yakni asam asetat, natrium klorida (NaCl), etanol 95%, natrium hidroksida (NaOH), eter, *aquadestilata* dan kulit batang *heliconia*.

Pemisahan Serat

Bahan dicuci dengan etanol 95% kemudian dicuci eter, lalu dibilas dengan air. Selanjutnya bahan direndam dalam 800 ml air panas dalam wadah tahan panas berukuran 2 liter yang telah ditambah 3 ml asam asetat pekat, kemudian ditambah natrium klorida teknik sebanyak 7,5 g.

Penambahan natrium klorida ini beserta pencucian harus dilakukan di ruang dengan ventilasi yang cukup. Wadah tersebut kemudian ditutup lalu dipanaskan dengan pemanas. Periode pemanasan adalah sekitar 30-60 menit. Untuk kayu lunak, langkah-langkah diatas diulangi dengan total waktu yang diperlukan adalah sampai 6 jam. Jika warna yang diinginkan telah diperoleh, campuran ditiriskan lalu holoselulosanya dicuci dengan 2 liter air, kemudian dikeringkan di udara terbuka. Sampel (20 g holoselulosa) dimasukkan ke dalam toples berukuran 1 liter yang berisi 1 liter NaOH 12%, lalu diaduk selama 24 jam. Kemudian dibilas dengan air dan asam asetat 7,5%, lalu dibilas lagi dengan air. Lignin yang masih menempel dibersihkan.

Pembuatan Komposit

Serat yang telah diekstrak dikeringkan di udara terbuka, kemudian ditimbang dan diukur, lalu dicuci dengan etanol 95% selama ± 10 detik dan dikeringkan kembali. Serat ini kemudian dibasahi dengan resin hingga merata, kemudian digulung (*rolling*) hingga tidak ada lagi gelembung yang muncul. Serat yang telah dibasahi diletakkan dalam cetakan berukuran 30 mm \times 120 mm \times 4 mm, kemudian dituangi resin hingga memenuhi cetakan, kemudian ditutup. Pada penelitian ini dibuat 3 sampel yakni sampel dengan penambahan serat 0.54 g, 2.08 g dan sampel tanpa penambahan serat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serat Heliconia

Serat yang diperoleh berbentuk serabut halus berwarna kuning kecoklatan dengan diameter masing-masing < 0.2 mm. Dari dua batang *heliconia* berdiameter ± 10 cm dan panjang ± 70 cm diperoleh sebanyak 20 g serat yang dapat dipakai. Dengan membandingkan volume total serat yang diperoleh (tidak termasuk yang dibuang) dengan ukuran kulit batang *heliconia*, diketahui serat yang diperoleh adalah 0.968% dari batang *heliconia*, lebih kecil dari 1/100 bagian. Gambar 1 memperlihatkan serat *heliconia* yang dihasilkan. Serat hasil ekstraksi yang diperoleh agak kaku dan permukaannya licin seperti tali plastik. Diduga hal ini disebabkan karena masih tersisanya sedikit resin alaminya. Permukaan yang licin dikhawatirkan akan mengurangi kekuatan ikatan antara serat dengan matriks. Pencucian terakhir menggunakan etanol 95% dimaksudkan untuk menghilangkan sifat licin ini, karena diketahui bahwa etanol dapat melarutkan resin. Setelah pencucian dengan etanol 95% selama 10 detik, serat menjadi lebih lemas dan kasar seperti benang katun, dan muncul serabut-serabut yang lebih halus. Serabut-serabut ini merupakan bagian serat yang lebih kecil yang sebelumnya terikat oleh resin alaminya membentuk serat yang lebih besar. Permukaan serat yang menjadi kasar ini memungkinkan terjadinya adhesi mekanis yang lebih banyak.



Gambar 1 Serat *Heliconia*

Biokomposit *Heliconia*-Polyester

Dalam proses pembuatan komposit, diketahui semakin banyak katalis MEKPO yang ditambahkan, kesempatan melepaskan gelembung (*bubble*) lebih kecil, karena laju pengerasan terlalu cepat. Penambahan katalis yang sangat banyak (lebih dari 1:50) menyebabkan terbentuknya banyak fraktur, dan reaksinya melepaskan banyak panas. Setelah beberapa kali mencoba perbandingan yang cocok, dari perbandingan katalis dengan resin awal yang disarankan, yakni 1:100 bagian, akhirnya digunakan perbandingan 1:200. Sampel yang telah dicetak kemudian dibentuk sesuai standar pengukuran JIS K 7113 untuk sampel uji tarik, dan JIS 7111 dengan diberi takik (*notch*) untuk uji impak.

Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

Kekuatan tarik adalah beban maksimum (F_{\max}) per satuan luas penampang awal (A_0), yang diberikan oleh hubungan

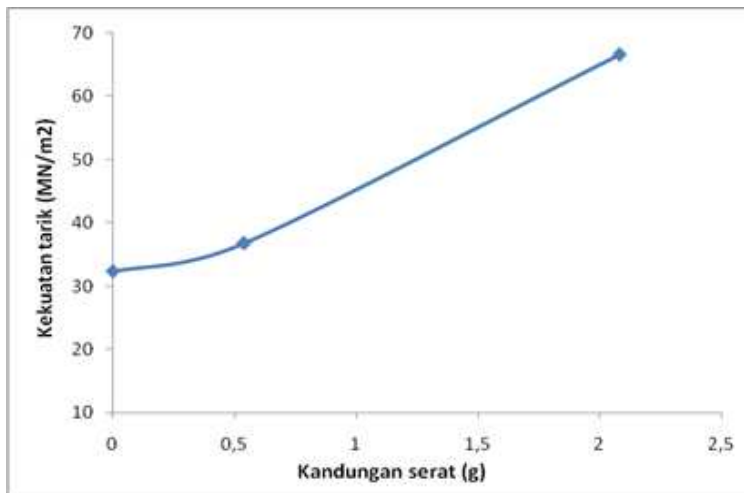
$$TS = \frac{F_{\max}}{(l_0 \times t_0)} = \frac{F_{\max}}{A_0} \quad 1$$

dimana TS adalah *tensile strength* (N/mm²), l_0 adalah lebar awal, t_0 adalah tebal awal dan A_0 adalah luas awal.

Hasil uji tarik diperoleh data kekuatan tarik (*tensile strength*) untuk ketiga sampel dengan komposisi serat yang berbeda, seperti ditunjukkan dengan kurva pada Gambar 2. Kekuatan bahan komposit dipengaruhi oleh distribusi serat di dalam matriks, perbandingan jumlah serat dengan jumlah matriks, bentuk geometri komposit dan ikatan antar matriks dengan serat. Berdasarkan kurva pada Gambar 2, nilai kekuatan tarik komposit meningkat terhadap kenaikan kandungan (massa) serat yang ditambahkan ke dalam matriks resin polyester. Sampel yang tidak mengandung serat memiliki kekuatan tarik sebesar 32,31 MN/m². Kekuatan tarik komposit meningkat seiring kenaikan jumlah serat yang ditambahkan.

Penambahan serat pada matriks meningkatkan nilai kekuatan tarik bahan. Kenaikan nilai kekuatan tarik sampel biokomposit meningkat hampir linier terhadap kandungan serat (Gambar 2). Secara keseluruhan, nilai kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh sampel dengan kandungan serat 2,08 g, dan nilai kekuatan tarik terendah diberikan oleh sampel dengan tanpa serat.

Dalam bahan komposit, serat tidak menerima beban secara langsung, akan tetapi beban dikenakan pada matriks yang kemudian terjadi transfer beban ke serat melalui bidang antar-muka¹. Pertambahan kekuatan tarik mengindikasikan bahwa ikatan antarmuka serat-matriks meningkat seiring kenaikan kandungan serat di dalam sampel. Meskipun penambahan serat memberikan pertambahan kekuatan tarik, nilai kekuatan tarik (*tensile strength*) spesifik maksimum untuk sampel dengan kandungan serat 2,08 g masih di bawah nilai *tensile strength* spesifik bahan-bahan lain.



Gambar 2 Variasi kekuatan tarik terhadap kandungan serat heliconia

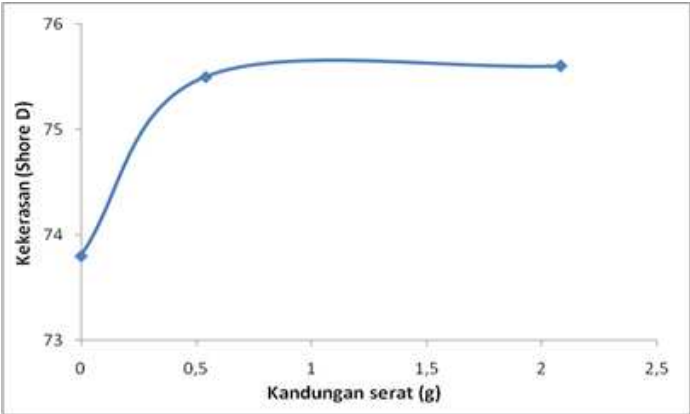
Kekerasan

Uji kekerasan yang dilakukan dengan uji *Shore* menggunakan alat ukur tekan dengan kerucut tajam, Teclock GS-720N type D. Untuk polimer terdapat dua skala pengukuran, yakni *Shore D* untuk plastik atau karet keras dan *Shore A* untuk karet lembut. *Shore D* menggunakan penekan berupa kerucut yang ditahan oleh pegas yang telah dikalibrasi. Nilai *Shore D* menunjukkan kedalaman penetrasi yang dikenakan penekan pada permukaan bahan uji.

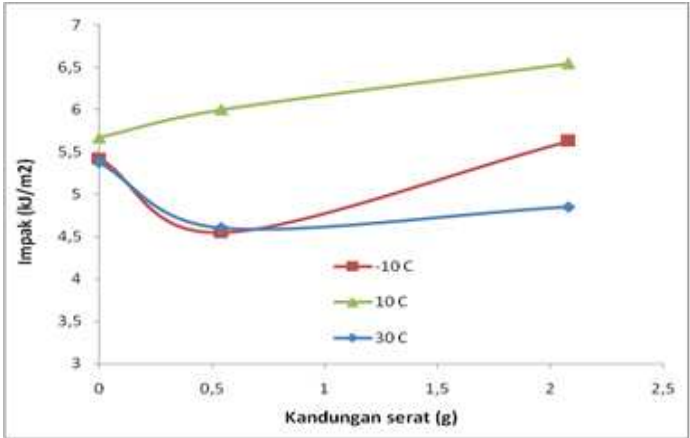
Gambar 3 menunjukkan kurva hubungan kandungan serat terhadap nilai kekerasan sampel komposit. Tampak bahwa penambahan serat meningkatkan secara signifikan kekerasan sampel dibandingkan sampel tanpa serat. Penambahan serat sebesar 0,54 g dapat meningkatkan nilai kekerasan hingga sekitar 1,7 (*Shore D*) dibanding yang tanpa pemberian serat. Penambahan serat yang lebih besar (2,08 g) tidak mengakibatkan kenaikan nilai kekerasan dibanding sampel dengan 0,54 g serat. Artinya, kandungan serat 0,54 g merupakan titik jenuh untuk nilai kekerasan yang dihasilkan.

Impak

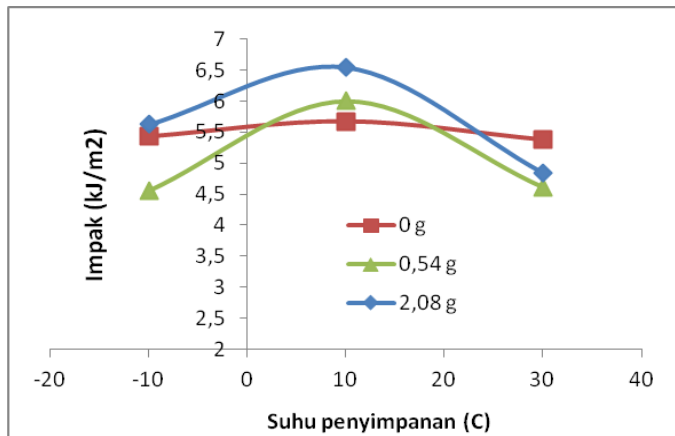
Uji impak dilakukan terhadap tiga sampel biokomposit dengan variasi kandungan serat yang disimpan pada suhu berbeda, yaitu -10°C, 10°C dan 30°C. Hasil uji impak ditunjukkan pada Gambar 4, yaitu kurva hubungan antara kandungan serat terhadap nilai impak dengan variasi suhu penyimpanan. Untuk sampel yang disimpan pada suhu 10°C, nilai impak meningkat hampir linier terhadap kenaikan kandungan serat. Namun demikian untuk sampel yang disimpan pada -10°C memiliki karakteristik yang berbeda, yaitu nilai impaknya menurun untuk sampel dengan kandungan serat 0,54 g dan meningkat lagi untuk sampel dengan 2,08 g serat. Demikian juga untuk sampel yang disimpan pada 30°C, nilai impaknya turun untuk sampel dengan serat 0,54 g dan hampir tidak berubah lagi dengan meningkatnya kandungan serat hingga 2,08 g.



Gambar 3 Variasi nilai kekerasan terhadap kandungan serat heliconia



Gambar 4 Variasi nilai impak terhadap kandungan serat heliconia pada tiga suhu penyimpanan



Gambar 5 Variasi nilai impak terhadap suhu penyimpanan untuk sampel dengan kandungan serat berbeda

Kurva hubungan antara suhu penyimpanan terhadap nilai impak untuk masing-masing sampel ditunjukkan pada Gambar 5. Sampel tanpa kandungan serat hampir tidak mengalami perubahan nilai impak terhadap suhu penyimpanan. Namun untuk sampel yang mengandung serat (0,54 dan 2,08 g) memiliki karakteristik yang berbeda dengan sampel tanpa serat, kedua sampel memperlihatkan karakteristik yang mirip yaitu memiliki nilai impak tertinggi pada suhu penyimpanan 10°C dibandingkan pada -10°C dan 30°C. Rendahnya nilai impak pada suhu -10°C cukup wajar, dimana pada suhu tersebut sampel menjadi sangat getas. Sedangkan pada suhu 30°C, matriks polimer yang digunakan cenderung melunak akibat kerusakan struktur oleh suhu diatas suhu kamar.

Perbedaan karakteristik nilai impak sampel diyakini akibat perbedaan respon material terhadap suhu yang berbeda, sehingga interaksi antara matrik dan serat juga berbeda. Suhu 10°C merupakan suhu ideal untuk penyimpanan komposit, pada kondisi ini diyakini terjadi interaksi yang optimal antara matriks dan serat sehingga menghasilkan sifat mekanik (impak) yang optimal.

SIMPULAN

Biokomposit berbasis serat alami dari pohon *Heliconia*, telah berhasil dibuat. Penambahan serat *heliconia* pada matriks resin poliester hingga 2.08 gram pada komposit berukuran 30 mm × 120 mm × 4 mm menambah nilai kekuatan tarik bahan komposit, yang mengindikasikan ikatan antarmuka *heliconia*-resin cukup bagus sehingga terjadi transfer beban ke serat. Kekuatan tarik spesifik tertinggi masih kalah jauh dibanding komposit-komposit populer (Kevlar™, serat karbon, dll) dan baja, tapi nilainya cukup dekat dengan komposit poliester-serat kaca acak, dan *nylon 6.6*. Serat yang dapat diperoleh <1% volume kulit sangatlah sedikit dibandingkan serat sabuk kelapa yang mencapai 30% berat kelapa. Penambahan serat *heliconia* pada resin poliester sebanyak yang dilakukan pada penelitian ini

belum berpengaruh banyak pada nilai kekerasan. Dari data yang diperoleh, suhu optimum kerja komposit ini adalah 10°C.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hull D. *An Introduction to Composite Materials*. Cambridge University Press. Cambridge; 1981.
2. Surdia T, S Saito. *Pengetahuan Bahan Teknik*. PT Pradnya Paramita. Jakarta; 1995.
3. Kartini R. *Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam*. Skripsi Institut Pertanian Bogor. Bogor; 2002.
4. Rizal E. *Karakter Mekanik dari Multilamina Trikomposit Serat/Gelas/Aramid/Epoksi*. Tesis. Universitas Indonesia. Jakarta; 1994.
5. Vlack V. *Elements of Material Science and Engineering*. 5th Edition. Addison- Wesley Publishing Company, Reading Mass. USA. 1985.
6. Stevens MP. *Polymer Chemistry: An Introduction*. Oxford University Press, Inc. ; 2001.
7. Berry F, W John Kress. *Heliconia: an Identification Guide*. Smithsonian Institute Press; 1991.
8. Ikan R. *Natural Products: A Laboratory Guide*. Second Edition. Academic Press, Inc. ; 1991.